

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-295594

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl. G10L 7/04
 G10L 9/18
 G11B 20/10
 H03M 7/30

(21)Application number : 06-091545

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.04.1994

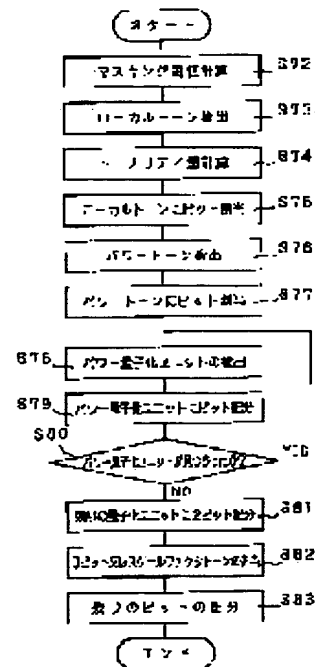
(72)Inventor : HEDORU ROBAATO

(54) AUDIO SIGNAL ENCODING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the audio signal encoding method which performs bit assignment so as to have higher tone quality at a constant bit rate.

CONSTITUTION: As for plural spectra obtained from an input audio signal by time-frequency conversion, tonal components are discriminated (S73), and a tone is extracted from the tonal components and quantized with the predetermined number of bits (S75); and high-power frequency areas are separated as to the spectra and classified by a power quantization unit (S78), and quantized with the number of bits by which a quantization noise is not listened to relatively (S77), and the remaining spectra are quantized with the remaining bits (S81-S83). Consequently, usable bits are assigned among the tone components, power quantization unit, and remaining spectra, and a quantization error is minimized as viewed from the acousto psychological aspect, thereby realizing efficient signal compression.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3465341

[Date of registration]

29.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-295594

(43)公開日 平成7年(1995)11月10日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 7/04		G		
	9/18	C		
G 1 1 B 20/10	3 0 1	Z 7736-5D		
H 0 3 M 7/30		A 8842-5J		

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平6-91545

(22)出願日 平成6年(1994)4月28日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 ヘドル ロバート

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

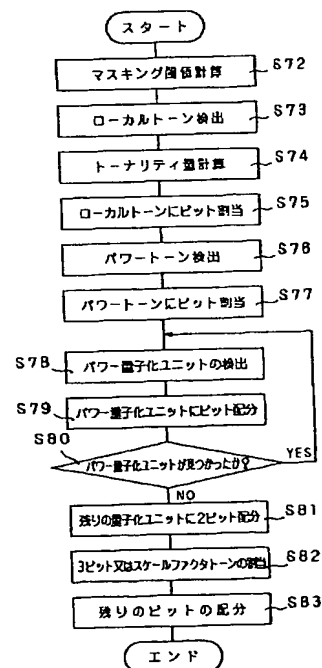
(54)【発明の名称】 オーディオ信号符号化方法

(57)【要約】

【目的】 一定のビットレートにおいてより高い音質を有するようなビット割り当てがなされるオーディオ信号符号化方法を提供する。

【構成】 入力オーディオ信号を時間-周波数変換して得られる複数のスペクトルについて、トーン性成分を識別し (S73)、トーン性成分よりトーンを抽出し、これを予め決められたビット数にて量子化し (S75)、上記複数のスペクトルについて、高パワー周波数領域を分離しパワー量子化ユニットとして分類し (S78)、相対的に量子化雑音が聴取されないようなビット数で量子化し (S79)、残りのスペクトルを残ったビットで量子化する (S81~S83)。

【効果】 利用可能なビットをトーン成分とパワー量子化ユニットと残りのスペクトルとの間で割り当て、音響心理学的側面で量子化エラーを最小限に抑えて、効率のよい信号圧縮を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】入力オーディオ信号に所定の変換を施すことにより複数のスペクトルを得て、各スペクトルに聴覚特性に応じたビットを割り当てて符号化するオーディオ信号符号化方法であって、

上記複数のスペクトルについて、トーン性成分を識別し、

上記トーン性成分よりトーンを抽出し、これを予め決められたビット数にて量子化し、

上記複数のスペクトルについて、高パワー周波数領域を分離し、パワー量子化ユニットとして分類して、相対的に量子化雑音が聴取されないビット数で量子化し、残りのスペクトルを残ったビットにて量子化することを特徴とするオーディオ信号符号化方法。

【請求項2】上記トーンの抽出は、

さらに上記トーンを通常トーン、または大トーンのいずれかとして分類し、

上記大トーンは上記通常トーンより多くのビットで量子化することを特徴とする請求項1記載のオーディオ信号符号化方法。

【請求項3】上記残ったビットによる量子化は、同一ワード長で量子化することを特徴とする請求項1記載のオーディオ信号符号化方法。

【請求項4】上記トーンの抽出は、

まずローカルピークを求め、このローカルピークについて、所定数スペクトル範囲に2つのローカルピークが存在する場合には、パワーの大きな方の単一のトーンとして抽出することを特徴とする請求項1記載のオーディオ信号符号化方法。

【請求項5】上記トーンの抽出は、

スペクトルの平均値／中央値の比に基づき抽出することを特徴とする請求項1記載のオーディオ信号符号化方法。

【請求項6】上記トーンの抽出は、

上記スペクトルのトーンリティに基づき、抽出することを特徴とする請求項1記載のオーディオ信号符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、オーディオ信号符号化方法に関し、特に、デジタルオーディオ信号のスペクトル成分を、一定のビット数のデータに圧縮するような圧縮処理を伴った符号化を施すオーディオ信号符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】いわゆるコンパクトディスク等として広く知られるデジタル・オーディオは、高音質な再生信号が簡単に得られるため、広く消費者に普及している。しかし、コンパクトディスクに見られるような、圧縮されないデジタルオーディオ信号は、大量にデータ記憶領域

を必要とし、これが媒体寸法および／または伝送帯域幅条件における欠点となる。このため、人間の聴覚特性、あるいは音響心理学的特性等を利用して、冗長なデータを削除するような圧縮デジタルオーディオシステムが開発された。最近発表になったデジタルオーディオ媒体や装置等の製品においては、オーディオデータのデータ量を減少するために、上述のような圧縮デジタルオーディオシステムを使用しているものも多い。

【0003】このような圧縮デジタルオーディオシステムは、一般に、まずオーディオデータに対して時間周波数変換を行なう。この変換は、帯域分割または変換符号化方式またはこれらの組み合わせに基づくのが普通である。変換したデータはいわゆる量子化ユニット(Quantization Unit)にグループ化される。一般には、単一量子化ユニット内の全データは同一ワード長で再量子化され、またブロック・フローティング量子化を用いる場合には同一スケールファクタで再量子化される。データ圧縮は、本来の入力データより短いワード長を用いて行なう。また各量子化ユニットのワード長は可変とするのが普通である。この際、音響心理学的技術を用いて量子化ユニットの間に利用可能なビットを割り当て、再量子化による可聴域の音質劣化、例えば量子化雑音を最小限に抑えるようになっている。

【0004】スペクトル係数グループ化の方法については、本件出願人が先に提案した、例えば、特願平5-183322号、特願平5-241189号、及び特願平5-275218号の各明細書及び図面等により開示されている。これらのシステムでは、信号のもつトーン性あるいはトーンリティ成分を抽出して別々に量子化する方法を提供する。通常、例えば5程度の少数の周波数領域のスペクトル係数をトーンとして決定する。このトーンのスペクトル係数は多くのビット数を用いることなく正確に量子化することができる。残りのいわゆるノイズ性のスペクトルを次に低い精度で量子化する。デコーダでトーン性部分とノイズ性部分を合成して得られた信号は、同一ビットレートをを用いる従来技術のシステムに比べて、特にトーン性の高い入力信号で、高い音質を有する。

【0005】

【発明の解決しようとする課題】ところで、エンコーダはそれぞれの入力信号のトーン性部分とノイズ性部分に何ビットを割り当てるか決定しなければならない。決定が不適当な場合、音質面の最大限の改善は実現されないことになる。

【0006】本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、信号のトーン性成分およびノイズ性成分の間に可能な最善のビット割り当てが達成されるオーディオ信号符号化方法を提供することを目的とするものである。

【0007】本発明の他の目的は、トーン性成分および

ノイズ性成分両方を用いて信号を符号化するオーディオエンコーダ用のビット割り当て方法を提供することである。本ビット割り当て法は各種のスペクトル測定を用いて、トーン性成分およびノイズ性成分について入力信号を分析し、これらの測定に基づいて、可能な最良の音質が得られるように利用可能なビットを割り当て得るオーディオ信号符号化方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係るオーディオ信号符号化方法は、入力オーディオ信号に対して所定の10 変換、例えば時間-周波数分析あるいは直交変換を施すことにより、複数のスペクトルを得て、各スペクトルに聴覚特性に応じたビットを割り当てて符号化するオーディオ信号符号化方法であって、上記複数のスペクトルについて、トーン性成分を識別し、上記トーン性成分よりトーンを抽出し、これを予め決められたビット数にて量子化し、上記複数のスペクトルの残りの部分について、高パワー周波数領域を分離し、パワー量子化ユニットとして分類し、相対的に量子化雑音が聴取されないような20 ビット数で量子化し、残りのスペクトルを残ったビットにて量子化することにより、上述の課題を解決する。割り当てビット数としては、通常の場合、上記トーンが最も多く、次にパワー量子化ユニットが多く、残りのスペクトルが最も少なくなる。

【0009】ここで、上記トーンの抽出は、さらに上記トーンを通常トーン、または大トーンのいずれかとして分類し、上記大トーンは上記通常トーンより多くのビットで量子化することが好ましい。

【0010】また、上記残ったビットによる上記残りのスペクトルの量子化は、同一ワード長で量子化すること30 が好ましい。

【0011】さらに、上記トーンの抽出としては、まず所定周波数範囲あるいは所定スペクトル数、例えば25 スペクトル毎のローカルピークを求め、このローカルピークについて、所定数スペクトル範囲内に、例えば4 スペクトル以内に2つのローカルピークが存在する場合には、パワーの大きな方の単一のトーンをトーンとして抽出することが挙げられ、また、スペクトルの平均値/中央値の比に基づきトーン抽出することや、上記スペクトルのトナリティに基づきトーン抽出することが挙げら40 れる。

【0012】また本発明は、入力デジタルオーディオ信号と、時間と周波数に部分する係数へと信号を変換する時間周波数変換と、一組の該係数に割り当て可能な最大ビット数を表わす数と、該係数をトーン性部分とノイズ性部分とに分割しこれら2つの部分の間でビット割り当てを行なう最適なビット割り当て方法を有するオーディオ信号符号化方法を提供する。

【0013】

【作用】入力オーディオ信号のスペクトルの内のトーン50

性成分を抽出して量子化し、次に高パワー周波数領域をパワー量子化ユニットとして分離して相対的に量子化雑音が聴取されないようなビット数で量子化し、最後に残ったスペクトルを残ったビット数で量子化することにより、音響心理学的に、聴感上で重要な部分から順に多くのビットを割り当てるとような効率的なビット配分による符号化が行え、低いビットレートで高品質のオーディオ信号符号化を実現できる。

【0014】また、トーンを通常トーンと大トーンとに分類し、大トーンにより多くのビットを割り当てることにより、さらに効率を上げ、音質を高めることができる。

【0015】また、残りのスペクトルを同一ワード長で量子化することにより、ビット配分処理を簡略化できる。

【0016】さらに、オーバーラップしない単一のトーンだけをトーンとして抽出することにより、高精度のトーン検出が行える。また、スペクトルの平均値/中央値の比に基づきトーンを抽出することや、上記スペクトルのトナリティに基づきトーンを抽出することにより、トーンの誤検出を防止でき、適切なトーン検出が行える。

【0017】

【実施例】以下、本発明に係るいくつかの好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0018】図1は、本発明に係るオーディオ信号符号化方法が適用されるオーディオエンコーダ/デコーダシステムの一般的構成を概略的に示す図である。

【0019】この図1において、入力端子10に供給された入力オーディオ信号は、オーディオエンコーダ11に送られ、このオーディオエンコーダ11は、音響心理学的原理に従って、聴取可能な音質の劣化を最小限に抑えるように動作する。オーディオエンコーダ11からの出力信号である符号化データは、伝送又は記録媒体を介して伝送され又は記録再生されて、オーディオデコーダ12に送られる。オーディオデコーダ12は、入力された符号化データからオーディオ信号を再構成して、出力端子16より出力する。

【0020】図2は、上記音響心理学的なオーディオエンコーダ11の具体例を示すブロック図である。

【0021】この図2において、まず、時間-周波数分析ブロック21で入力オーディオ信号を時間周波数係数に分割する。次に、これらの周波数成分をブロックフローティングアルゴリズムを用いて、スペクトル量子化ブロック23で量子化する。上記時間周波数係数の各ブロックのワード長とスケールファクタは、ビット割当制御ブロック22のビット割当アルゴリズムにより決定する。最後に、スペクトル量子化ブロック23からの量子化スペクトル係数を出力端子13より取り出し、ビット割当制御ブロック22からのビット割当表のパラメータ

を出力端子14より取り出して、例えば記録媒体に書き込む。あるいは伝送する。

【0022】スペクトル量子化ブロック23で生成される量子化雑音が人間の耳には聴取不可能または最小限に聴取される程度に留まるようにするために、ビット割当制御ブロック22のビット割当アルゴリズムは、音響心理学的モデル出力ブロック24からの、最小可聴曲線、等ラウドネス曲線、同時マスキング特性、テンポラルマスキング特性等による音響心理学的モデルに基づくものとなっている。

【0023】ここで、時間-周波数分析ブロック21は、帯域別符号化、変換符号化またはこれら2種類の組み合わせのいずれかに基づくのが一般的である。図3は、このような2種類の組み合わせ（ハイブリッド）の場合の時間-周波数分析ブロック21の一例を示している。

【0024】この図3において、まずクォドラチャミラーフィルタ（Quadrature Mirror Filter、以下QMFという）31により、入力端子10からの入力信号を高周波帯域と低周波帯域に分割する。この後、低周波帯域を第2のQMF 32でさらに分割する。第2のQMF 32による処理遅延を補償する目的で、高周波帯域を遅延回路33により遅延する。これらの各帯域の範囲は、高域側から順に、例えば11~22 kHz、5.5~11 kHz、0~5.5 kHzとすればよい。これらの各帯域の信号を改良ディスクリットコサイン変換（MDCT）変換ブロック34、35、36でそれぞれ周波数領域のスペクトル係数に変換し、出力端子37、38、39を介してそれぞれ取り出している。

【0025】ここで、本実施例が適用されるオーディオエンコーダシステムのスペクトル量子化ブロック23は、供給されたスペクトル係数のトーン性の部分と、その他の部分とを量子化する必要がある。これらの2つの部分とは、スペクトルの可変数の小グループから成り周波数領域上の位置が変動し得るトーン性の部分と、周波数領域上で帯域と領域が決まっている一組のもっと大きなグループ（量子化ユニット）の集合である。

【0026】図4には、スペクトル量子化ブロック23の一具体例のブロック図を示す。この図4において、トーン性成分抽出回路41では、入力端子40より供給されたスペクトル係数からトーン性成分を抽出する。次に、抽出されたトーンはトーン性成分量子化回路42により量子化され、さらに残りのスペクトルはノイズ性成分量子化回路43により量子化ユニット単位で量子化される。

【0027】次に、上述したスペクトル係数におけるトーン性成分及びノイズ性成分の具体例について、図5を参照しながら説明する。この図5は、MDCT変換ブロック34、35、36で周波数領域に変換されるオーディオ信号のスペクトルの分布を示す。

【0028】図5の例において、破線で示されたスペクトル係数がトーン性の部分 TC_a 、 TC_b 、 TC_c 、 TC_d を示し、実線で示されたスペクトル係数がノイズ性の部分を示す。これらのトーン性成分は、図5の例のように少数のスペクトル信号に集中して分布しているため、これらの成分を精度よく量子化しても、全体としてあまり多くのビット数は必要とならない。

【0029】また、図5の実線に示すノイズ性成分については、各量子化ユニットの帯域、例えば5つの帯域 $b_1 \sim b_5$ において、上記元のスペクトルから上記破線のトーン性成分が取り除かれているため、各量子化ユニットにおける正規化係数は小さな値となり、従って、少ないビット数でも発生する量子化雑音を小さくすることができる。なお、実際には、オーディオ信号の全スペクトルを例えば25バンド程度の帯域に分割しており、これらの帯域は人間の聴覚特性を考慮した高域ほど帯域幅が広がるようないわゆる臨界帯域幅で分割されている。

【0030】次に、上記図2のビット割当制御ブロック22は、割り当て可能な全ビットについて、音響心理学的に意味のある方法でトーン性成分とノイズ性成分に対してビットを割り当てる必要があるとされる。

【0031】図6は、本実施例のオーディオ信号符号化方法に用いられるビット割り当て方法の一例の要部を概略的に示すフローチャートである。このフローチャートでは、各部分にビットを割り当てる順序を示している。

【0032】まずステップS62において、信号のトーン性成分を識別し、トーンを抽出し、これを量子化する。これらのトーンは、所定数のスペクトルで定義されたローカル周波数範囲を単位としてローカルエネルギー基準を用いて検出しているところから、ローカルトーンと呼ぶ。ローカルトーンは、ローカル周波数範囲内の大部分の信号エネルギーを含むような一群のスペクトルとして定義される。トーンは、通常トーンまたは大トーンのいずれかとして分類される。大トーンは通常トーンより大きなエネルギーを有し、そのためスペクトルごとに余分のビットを用いて量子化される。信号のトーンリティも計算しており、トーン成分内に含まれる全エネルギーが信号の全エネルギーの大部分を含む場合には、信号をトーンと見なす。信号をトーンと見なす場合、トーンには余分のビットを割り当てる。

【0033】トーン成分を検出し、また抽出したなら、信号の高パワーの周波数領域を分離して妥当な精度で量子化することにより、残りの重要なスペクトル成分の認識を行なう。このパワーは、トーンとしてまたはいわゆるパワー量子化ユニットとして量子化することが出来る。本アルゴリズムにおいては、先ずステップS63でパワートーンを検出し、次いでステップS64でパワー量子化ユニットを検出している。これまでの方法ではトーンとして検出されなかったような単一トーンが顕著な比率の信号パワーを含む場合には、正確に量子化するた

めおよび量子化ユニット内の残りスペクトルをより正確に量子化するため、さらなる抽出を行なうことがある。単一の量子化ユニットが高いパワー密度、すなわちスペクトルあたりのパワーを含む場合には、パワー量子化ユニットとして分類し、相対的に量子化雑音が聴取されないように十分なビット数で量子化する。

【0034】最後に、ステップS65で残りのスペクトルを可能な限り正確に量子化する。この時点では、マスクされないスペクトルだけを考慮していることに注意する。通常は、パワー強度の順に残りのビットを量子化ユ

ニットに単純に割り当てることでスペクトルを量子化するが、場合によっては多数のスペクトルを含む量子化ユニットからトーンを抽出することも有り得る。これにより残りのスペクトルでのスケールファクタが低下するので、同一ワード長でより正確に量子化する。このようなトーンをスケールファクタトーンと称する。

【0035】図7は、本実施例に用いられるビット割り当て方法の主要な段階の具体例を示すフローチャートである。

【0036】最初のステップS72では、ビットを割り

当てる前に、マスキング閾値を計算している。このマスキング閾値は、重要な各帯域内のパワーを加算してからマスカ（masker）展開関数を適用することで計算する。展開関数は隣接する臨界帯域に由来するマスキングを決定するものであり、展開関数の一例を図8に示す。最終的なマスキング関数以下に収まる信号の展開成分（図中斜線の領域）はいずれも聴取されないので、符号化する必要はない。

【0037】マスキング計算後、このアルゴリズムは、いわゆるローカルトーンの検出ステップS73に進む。ローカルトーンは、信号のローカルエネルギーの大部分を含む一群のスペクトルと定義される。トーンは例えば5スペクトルのグループとして定義され、ローカル周波数範囲は例えば25スペクトルと定義される。これらの2つの範囲の信号パワーの比を計算し、この値をローカルレート R_{loc} という。すなわち図9において、最初のステップS92で例えば25スペクトルについてのローカルパワー P_{loc} を計算し、次のステップS93で例えば5スペクトルについてのトーンパワー P_{tone} を計算し、最後のステップS94でこれらの比としてのローカルレート R_{loc} （ $=P_{tone}/P_{loc}$ ）を計算している。

【0038】トーン閾値は例えば0.75に設定し、ローカル周波数範囲のエネルギーの75%を含む例えば5スペクトルからなるグループをトーンとして予めフラグを立てておく。しかし、単一の高エネルギーのスペクトルによる影響のため、幾つかの近接スペクトルをトーンとして分類することも有り得る点に注意しなくてはならない。従って、重複しないトーンだけ、すなわち中心スペクトルが少なくとも4スペクトルだけ離されているトーンだけを許容する。2つまたはそれ以上のトーンが互い

に4スペクトル以内の位置に存在する場合、上記ローカルレート R_{loc} が最大の値をとるトーンだけをトーンとして分類する。

【0039】上述のアルゴリズムは、パワーの比にだけ依存したものであって、トーンスペクトル内のパワー分布を考慮していない。従ってトーンは必ずしも単一のトーンピークを含むとは限らず、ローカル周波数範囲のパワーの例えば15%をそれぞれが含むほぼ大きさの等しい5つのスペクトルを含むことがある。この場合、スペクトルは実際のトーンではなく、通常の量子化ユニットとして量子化する方がよい。

【0040】この条件を検出するには、図10に示すフローチャートにて、平均/中央値レート $R_{avg,med}$ の計算を行なう。これはローカルスペクトルの中央値に対するローカルスペクトルの平均値の比である。ここで中央値は、いわゆるメジアンであり、量子化ユニットの各値の内、中央の大きさの値である。図10のステップS102では、例えば25個のローカルスペクトルの中央値を計算しており、25スペクトルを値の小さいものから大きさの順に並べた場合、中央値は13番目の値となる。次のステップS103では平均値を計算しており、この平均値は、例えば25個のローカルスペクトルの算術平均である。一般には総加平均が用いられる。次のステップS104では、上記各ステップS102、S103で求めた中央値と平均値を用いて、平均値/中央値の値を計算している。

【0041】よって、平均/中央値レート $R_{avg,med}$

は、ローカル中央値に対するローカル平均値の比率であると定義されることになる。平均/中央値レート $R_{avg,med}$ の計算を、上述のパワーに基づいた方法で選択したそれぞれのトーンに対して行なう。平均/中央値レート $R_{avg,med}$ が例えば2.5以下の値を有するようなトーンの場合、誤検出トーンと見なし量子化のトーン性成分に含める。

【0042】再び図7に戻って、以上でステップS73におけるローカルトーン検出が行われたので、次のステップS74で信号のトナリティを計算する。具体的には、ローカルトーンにおけるエネルギーの和が全エネルギーの例えば98%以上であれば、信号はトナリティがあると見なす。

【0043】次に、ステップS75に進んで、ローカルトーンにビットを割り当てる。割当ビット数は、上述の計算による信号のトナリティおよび各トーンの包括する全エネルギーの比率に依存する。より詳細には、全エネルギーはスペクトル全部のエネルギーの和として計算される。トーンエネルギーは前記と同一である。トータルレート R_{tot} は全エネルギーに対するトーンエネルギーの比率と定義される。

【0044】このトータルレート R_{tot} の計算について図11を参照しながら説明する。図11において、ステ

ップS112で全スペクトルのトータルパワー P_{tot} を計算し、次のステップS113で5スペクトルのトーンパワー P_{tone} を計算し、次のステップS114でトータルレート R_{tot} を P_{tone}/P_{tot} を計算することにより求める。

【0045】このようにして求められたトータルレート R_{tot} が0.18(全エネルギーの18%)以上の場合には、トーンは大トーンと見なされ、それ以外の場合は通常トーンとされる。これらの各トーンには、例えば次のようなビット数を割り当てるものとする。

大トーン トーン性成分: 5ビット 非トーン性成分: 4ビット

通常トーン トーン性成分: 4ビット 非トーン性成分: 3ビット

これらのビット数はトーン内の各スペクトルに割り当てるビット数の一具体例を表わす。

【0046】次に、図7のステップS76にてパワートーンを検索する。パワートーンは信号の全エネルギーの例えば40%以上を含むトーンと定義される。全エネルギーはスペクトル全部のエネルギーの和で計算する。トーンエネルギーは前述のように5スペクトルにわたり計算する。このときのトータルレート R_{tot} は、全エネルギーに対するトーンエネルギーの比率と定義される。これは大トーンと通常トーンの間で行なう上述のテストと同様である。

【0047】このようなエネルギー計算は、ローカルトーン検出方法がトーンスペクトルとしてすでに決定したスペクトルについてのみ適用することに注意されたい。例えば0.4以上のトータルレート R_{tot} を有するスペクトルは予めパワートーンとして検出する。前述のように、幾つかの近接するスペクトルを単一の高エネルギースペクトルの影響によりトーンとして分類することが有り得るから、重複しないパワートーンのみ、すなわち中心スペクトルが例えば少なくとも4スペクトルだけ離れているようなトーンだけを受け入れる。2つまたはそれ以上のトーンが互いに4スペクトルの範囲内に存在する場合には、トータルレート R_{tot} が最大値を有するトーンのみをパワートーンとして分類する。

【0048】次のステップS77においては、このようにして検出されたパワートーンにビットを割り当てる。パワートーンは必ず大トーンとして量子化する。もし何らかのパワートーンを検出した場合には、前述のトーンリテリ検出で非トーンとしてそのブロックにフラグを立てるが、トーンリテリ測定のためにはローカルトーンに信号エネルギーの例えば98%が含まれる必要がある点に注意されたい。従ってパワートーンは例えば4ビットに量子化される。

【0049】次に、本アルゴリズムによれば、ステップS78に進んでいわゆるパワー量子化ユニットを検出し、ステップS79でビットを割り当てる。量子化ユニットはトーンとして量子化されなかった主要な信号成分

を含む。パワー量子化ユニットとして量子化されない量子化ユニットは一般に重要でないスペクトル成分またはマスクした信号成分を含む。本アルゴリズムでは、例えば少なくとも3ビットまたは4ビットでパワー量子化ユニットを量子化しようとする。

【0050】図7に示したように、パワー量子化ユニットの選択は反復的に行なう。本アルゴリズムでは、ステップS80に示すように、これ以上パワー量子化ユニットが見つからなくなるまで、または別のパワー量子化ユニットに割り当てるのに十分なビットがなくなるまで、繰り返してパワー量子化ユニットを検出し、また必要なだけビットを割り当てる。

【0051】各繰り返し毎に、すでに検出したパワー量子化ユニットを除いて、各量子化ユニットのパワー強度を計算する。量子化ユニットのパワー密度 D_{qu} は、トーンスペクトルを除く量子化ユニットの全スペクトルのパワー P_{qu} を加算し量子化ユニット内のスペクトル総数で除算することにより計算される。パワー密度を残りのスペクトルについて計算し、これを先に検出したパワー量子化ユニットとトーンとして分類したスペクトル以外の全スペクトルと定義する。

【0052】図12には、残りのスペクトルのパワー密度 D_{res} の計算を示すフローチャートを示している。

【0053】この図12において、最初のステップS122ではスペクトルの総数を N_{spec} とし、ステップS123、S124、S125ではそれぞれ初期値設定として、残りパワー P_{res} を0.0とし、スペクトル番号 i を0とし、残りスペクトルのカウント値 n を0としている。次のステップS126では、 i 番目のスペクトル $spec[i]$ は上記パワー量子化ユニットに分類されるか否かを判別し、YESのときはステップS130に、NOのときはステップS127に、それぞれ進んでいる。ステップS127では、 i 番目のスペクトル $spec[i]$ は上記トーンに分類されるか否かを判別し、YESのときはステップS130に、NOのときはステップS128にそれぞれ進んでいる。ステップS128では、残りパワー P_{res} をそれまでの残りパワー P_{res} といまのスペクトルのパワー $spec[i] \times spec[i]$ との和に置き換えて、ステップS129に進み、残りスペクトルのカウント値 n をインクリメントしている。次のステップS130では、上記 i が上記総数 N_{spec} に達したか否かを判別しており、NOのときはステップS132に進んで i をインクリメントして上記ステップS126に戻り、YESのときはステップS131に進んで残りのスペクトルのパワー密度 D_{res} を P_{res}/n により求めて出力している。

【0054】すなわち D_{res} は、これらの残りのスペクトルの総パワー P_{res} を計算したのち、パワー計算に含めたスペクトル数 n で除算して求めている。この数 n は一般にスペクトル総数 N_{spec} と等しくないことに留意さ

れたい。

【0055】本アルゴリズムにおいては、それぞれの量子化ユニットを検査してパワー量子化ユニットの要件に適合するかを調べる。検査結果に従ってパワー量子化ユニットにビットを割り当てる。

【0056】ここで図13は、上記検出とビット割り当ての具体例を表わすフローチャートを示している。

【0057】この図13において、まずステップS142では、密度レート R_{dbs} 、すなわち、上記残りスペクトルパワー密度 D_{res} に対する量子化ユニットのパワー密度 D_{qu} の比を計算する。また次のステップS143では、トータルレート R_{tot} を計算する。これは、全てのトーンおよびパワー量子化ユニットを含めた、スペクトル全体の総エネルギー P_{tot} に対する、量子化ユニット内のエネルギー P_{qu} の比と定義される。

【0058】次のステップS144では、上記密度レート R_{dbs} が例えば14より大きいかなかを判別しており、YESのときはステップS145に、NOのときはステップS147にそれぞれ進んでいる。ステップS145では、上記トータルレート R_{tot} が例えば0.18よりも大きいかなかを判別しており、YESのときはステップS147に進んで量子化ユニットに4ビットを割り当て、NOのときはステップS148に進んで量子化ユニットに3ビットを割り当てている。ステップS146では、上記トータルレート R_{tot} が例えば0.35よりも大きいかなかを判別しており、YESのときはステップS148に進んで量子化ユニットに3ビットを割り当て、NOのときはステップS149に進んでいる。ステップS149では、残りパワーレート R_{res} を P_{qu}/P_{res} により計算し、ステップS150にてこの R_{res} が例えば0.9より大きいかなかを判別し、YESのときはステップS148に進んで量子化ユニットに3ビットを割り当て、NOのときは処理を終了している。

【0059】すなわち、この図13の具体例では、上記密度レート R_{dbs} が14より大きくかつ上記トータルレート R_{tot} が0.18より大きい場合には、量子化ユニットに4ビットを割り当てる。これ以外の場合で、上記 R_{dbs} が14より大きくかつ上記 R_{tot} が0.18以下の場合、又は上記 R_{dbs} が14以下でかつ上記 R_{tot} が0.35より大きい場合には3ビットを割り当てる。最後に、上述のいずれの例にも当てはまらない場合には、上記 R_{res} を P_{qu}/P_{res} により計算し、この R_{res} が0.9より大きい場合には量子化ユニットに3ビットを割り当て、それ以外では、パワー量子化ユニットとして検出せずに次の量子化ユニットを検査する。図7に図示したように、パワー量子化ユニットとして量子化ユニットが検出されなくなるまで、この反復ループを繰返す。

【0060】次に、もし残りのビットがあれば、残りのビットを用いて、可能な方法により残りのマスクされていないスペクトルを量子化する。ここで、信号の重要な

スペクトル成分が、トーンまたはパワー量子化ユニットとして識別されたものと仮定する。本アルゴリズムにおいては、ステップS81に示すように、例えば少なくとも2ビットを残りのマスクされていないスペクトルに割り当てることを目標としている。しかし、これを行うために十分なビット数が残っていない場合も有り得るので、本アルゴリズムでは量子化ユニットのパワー密度の順番に従って、各量子化ユニットにビットを配分している。

【0061】パワー密度は、最初にマスクされていない量子化ユニットパワーを計算し、次にパワーを量子化ユニット内のスペクトル数で除算することにより計算する。パワー計算にはトーンスペクトルとして検出されなかったマスキングされないスペクトルのみを含む。マスキングされないスペクトルは大きさがその量子化ユニットのマスキング閾値より大きなスペクトルからなる。さらにパワー強度の減少する順番に量子化ユニットを並べ替える。本アルゴリズムは、量子化ユニットパワーが0以上のマスキングされないスペクトルを有し、これまでにビット割り当てしていない、すなわちパワー量子化ユニットとしてビットを割り当てていない各量子化ユニットに対して、それぞれ2ビットの割り当てを試みる。

【0062】さらにビットが残っている場合、本アルゴリズムは非パワー量子化ユニットの量子化の改善を試みる。これは、ステップS82に示すように、剰余ビット(2から3ビット)を量子化ユニットに加えることにより、またはいわゆるスケールファクタトーンを割り当てることにより行なう。スケールファクタトーンを用いて、最大値を排除することにより量子化ユニット内のスケールファクタを減少させる。つまり残りの値はさらにビットを付加しなくともより正確に量子化されることになる。本アルゴリズムでは、剰余ビットの追加とスケールファクタトーンの割り当てのどちらを行なうかの判断を、いずれかの動作を実行するのに必要なビット数に従って、またどちらの動作の方が少ない量子化エラーを生成するかによって行なっている。

【0063】最後に、本アルゴリズムでは、ステップS83において、残りビットがあれば残りの量子化ユニットに割り当てる。最初に3ビットパワー量子化ユニットに割り当て(4ビットに高品質化)、次いでマスキングしていないスペクトルを有する他の量子化ユニットに割り当ててから、最後に全ての残りの量子化ユニットに割り当てる。

【0064】本アルゴリズムが何らかの残りビットと共に最終段階にたどり着くことは希であり、本アルゴリズムのこの部分は特に必須なものではなく、一般に、極度にトーン性の高い信号の場合に到達するのみである。

【0065】なお、本発明は上記実施例のみに限定されるものではなく、例えば、分割帯域数やトーン性識別のためのスペクトルの本数、あるいは各割当ビット数等は

上記具体的な数値に限定されず、ビットレートや音質等を考慮して適宜設定すればよいことは勿論である。

【0066】

【発明の効果】本発明に係るオーディオ信号符号化方法によれば、入力オーディオ信号のスペクトルの内のトーン性成分を抽出して量子化し、次に高パワー周波数領域をパワー量子化ユニットとして分離して相対的に量子化雑音が聴取されないようなビット数で量子化し、最後に残ったスペクトルを残ったビット数で量子化することにより、聴感上で重要な部分から順に多くのビットを割り当てるような効率的なビット配分による符号化が行え、低いビットレートで高品質のオーディオ信号符号化を実現できる。

【0067】また、トーンを通常トーンと大トーンとに分類し、大トーンにより多くのビットを割り当てることにより、さらに符号化効率を上げることができ、同じビットレートでは音質を高めることができる。

【0068】また、残りのスペクトルを同一ワード長で量子化することにより、ビット配分処理を簡略化できる。

【0069】さらに、所定数スペクトル範囲に2つのローカルピークが存在する場合には、パワーの大きな方の単一のトーンをトーンとして抽出することにより、重複したトーン検出が回避できる。また、スペクトルの平均値／中央値の比に基づきトーンを抽出することや、上記スペクトルのトナリティに基づきトーンを抽出することにより、トーンの誤検出を防止でき、適切なトーン検出が行える。

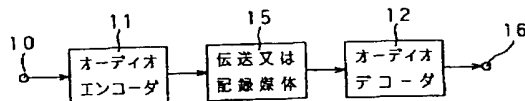
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るオーディオ信号符号化方法の実施例が適用されるオーディオエンコーダ／デコーダシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係るオーディオ信号符号化方法の実施例が適用されるオーディオエンコーダの一例を示すブロック図である。

【図3】図2のエンコーダ内の時間-周波数分析ブロック21の構造の一例を示すブロック回路図である。 *

【図1】



*【図4】本発明に係るオーディオ信号符号化方法の実施例に用いられるスペクトル量子化ブロックを示すブロック回路図である。

【図5】本発明の実施例のオーディオ信号符号化方法におけるオーディオ信号のスペクトルのトーン性部分とノイズ性部分の一例を説明するための図である。

【図6】本発明の実施例に用いられるビット割り当て方法の概要を示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施例に用いられるビット割り当て方法の動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】典型的なマスキング展開関数を表わすグラフである。

【図9】上記図7のビット割り当て方法の動作におけるトーン測定のためのローカルレート計算の一例を示すフローチャートである。

【図10】上記図7のビット割り当て方法の動作におけるトーン測定のための平均／中央値レートの計算の一例を示すフローチャートである。

【図11】上記図7のビット割り当て方法の動作におけるトーン測定のためのトータルレート計算の一例を示すフローチャートである。

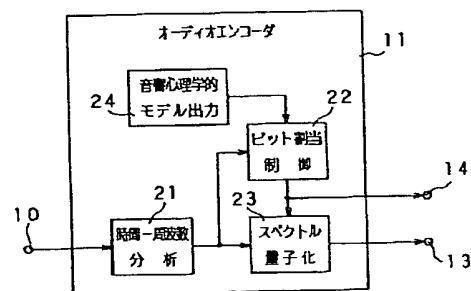
【図12】上記図7のビット割り当て方法の動作におけるパワー量子化ユニット検出に用いる残りスペクトルのパワー密度計算の一例を示すフローチャートである。

【図13】上記図7のビット割り当て方法の動作における各種検査結果に応じたビット割当の具体例を示すフローチャートである。

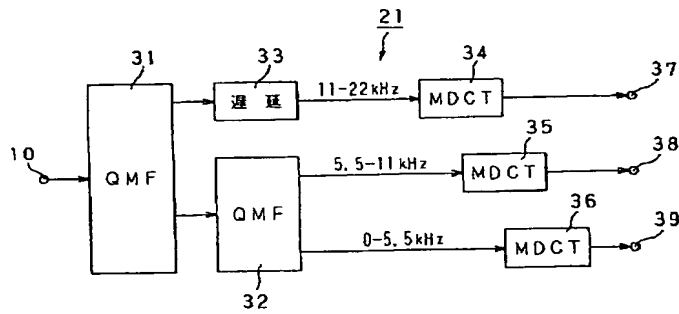
【符号の説明】

- 11 オーディオエンコーダ
- 21 時間-周波数分析ブロック
- 22 ビット割当制御ブロック
- 23 スペクトル量子化ブロック
- 24 音響心理学的モデル出力ブロック
- 41 トーン性成分抽出回路
- 42 トーン性成分量子化回路
- 43 ノイズ性成分量子化回路

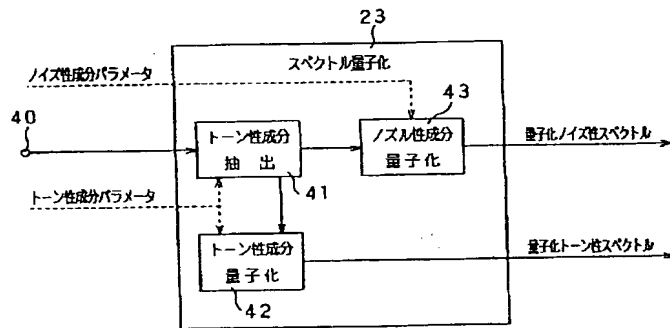
【図2】



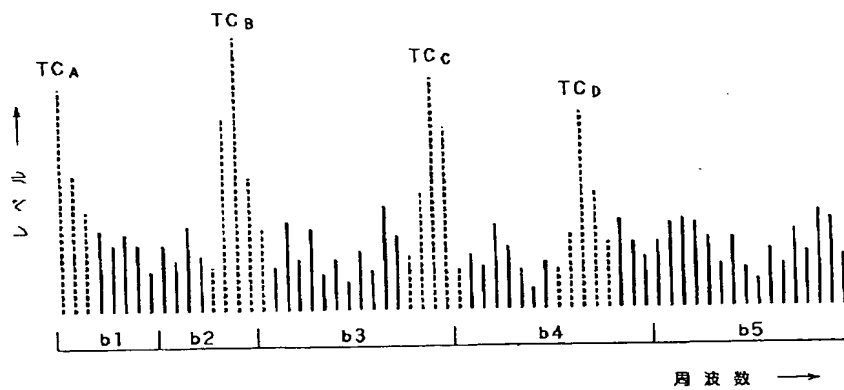
【図3】



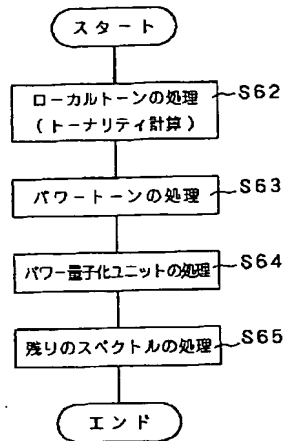
【図4】



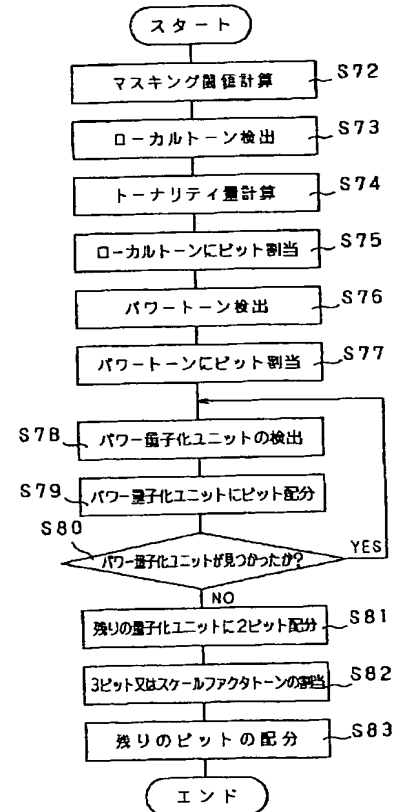
【図5】



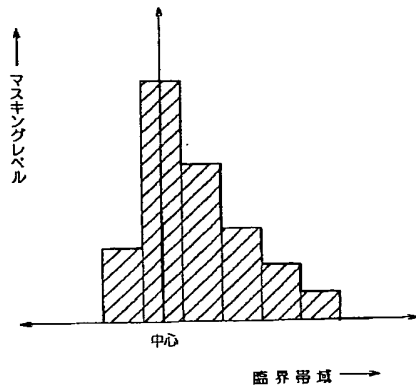
【図6】



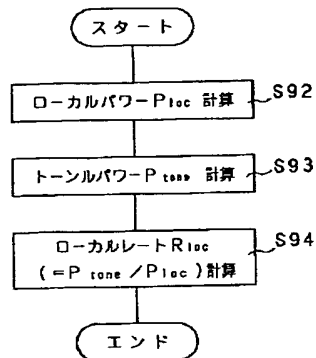
【図7】



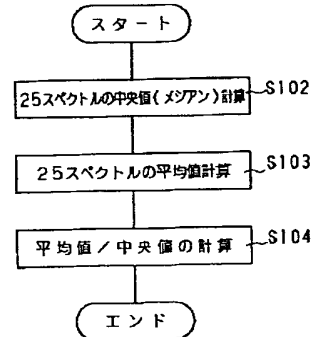
【図8】



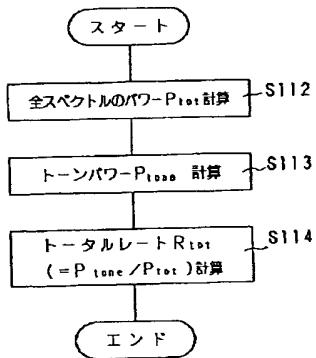
【図9】



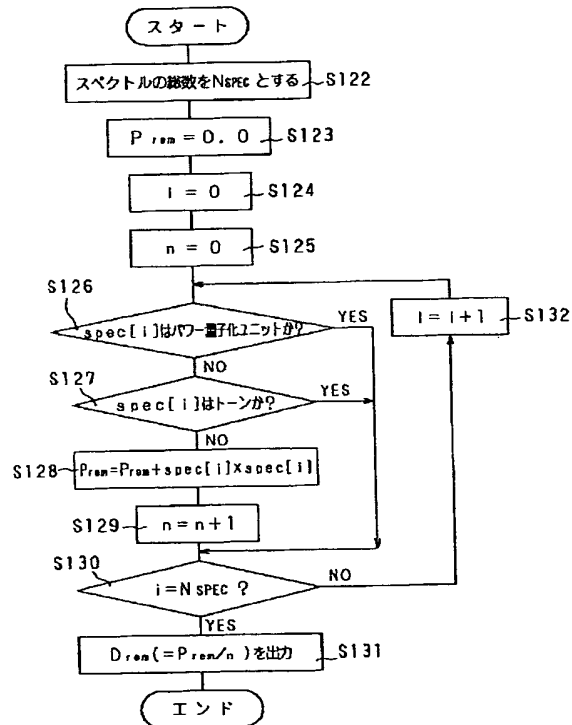
【図10】



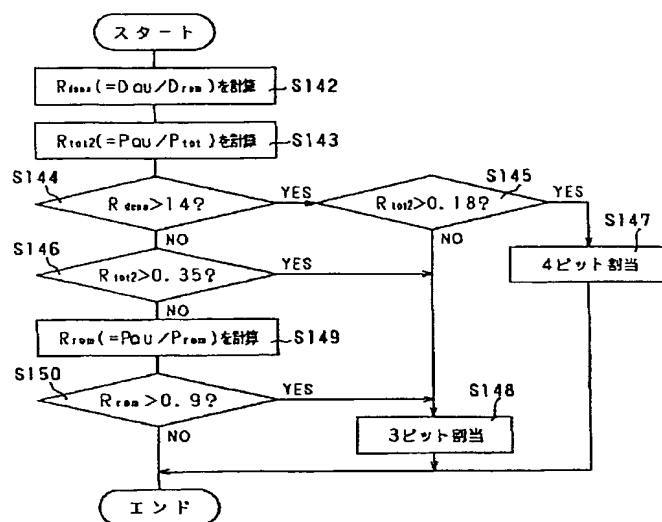
【図11】



【図12】



【図13】



THIS PAGE BLANK (USPTO)